

# Pengaruh Model Pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis dan Psikomotorik Siswa Pada Pembelajaran Fisika di SMA Negeri 1 Prambanan

**Sri Handayani**

Pendidikan Fisika Universitas Ahmad Dahlan

Jl. Ringroad Selatan, Kragilan, Tamanan, Banguntapan, Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta 55191

Email: [sri1500007013@webmail.uad.ac.id](mailto:sri1500007013@webmail.uad.ac.id)

## Abstrak

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) terhadap kemampuan berpikir kritis dan psikomotorik siswa. Metode yang digunakan adalah quasy eksperimen (eksperimen semu), karena peneliti tidak memungkinkan untuk mengontrol semua variabel yang muncul. Analisis data dilakukan dengan menggunakan *software* SPSS dari hasil *pretest* dan *posttest*. Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan, Ada pengaruh model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) terhadap kemampuan berpikir kritis siswa. Hal ini berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan menggunakan uji *mann whitney* pada kelas eksperimen dan kelas kontrol diperoleh Asymp.Sig (2-tailed) itu menunjukkan  $0,042 < 0,05$ , sehingga  $H_0$  diterima maknanya bahwa ada pengaruh model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) terhadap kemampuan berpikir kritis siswa. Ada pengaruh model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) terhadap kemampuan psikomotorik. Hal ini berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan menggunakan uji *mann whitney* pada kelas eksperimen dan kelas kontrol diperoleh Asymp.Sig (2-tailed) itu menunjukkan  $0,000 < 0,05$ , sehingga  $H_0$  diterima maknanya bahwa ada pengaruh model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) terhadap kemampuan psikomotorik siswa.

**Kata kunci:** Model Pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL), Kemampuan Berfikir Kritis, Psikomotorik, Pengukuran.

## Abstract

This research is a quantitative study with the aim to determine the effect of the *Project Based Learning* (PjBL) learning model on students' critical and psychomotor thinking skills. The method used is quasy experiment (quasi-experimental), because researchers do not allow to control all variables that arise. Data analysis was performed using SPSS software from the results of the pretest and posttest. Based on the results of the analysis conducted, there is the effect of the *Project Based Learning* (PjBL) learning model on students' critical thinking skills. This is based on the results of the analysis that has been done using the mann whitney test in the experimental class and the control class obtained by Asymp. Sig (2-tailed) shows  $0.042 < 0.05$ , so  $H_0$  is accepted meaning that there is an influence of the *Project Based Learning* (PjBL) learning model on students' critical thinking skills. There is an influence of the *Project Based Learning* (PjBL) learning model on psychomotor abilities. This is based on the results of the analysis that has been done using the mann whitney test in the experimental class and the control class obtained by Asymp. Sig (2-tailed) shows  $0,000 < 0.05$ , so  $H_0$  is accepted meaning that there is an influence of the *Project Based Learning* (PjBL) learning model on the psychomotor abilities of students.

**Keywords:** *Project Based Learning* (PjBL) Learning Model, Critical Thinking Ability, Psychomotor, Measurement.

## I. Pendahuluan

Pendidikan merupakan hal yang sangat penting dalam kehidupan kita. Dengan pendidikan kita bisa mengetahui ilmu yang belum pernah kita dapat atau ketahui selama ini, dengan pendidikan pula kita akan tahu penerapannya dalam kehidupan sehari-hari. Karena pendidikan merupakan pengalaman-pengalaman yang didapat dari proses

belajar dengan bentuk formal maupun informal yang berlangsung seumur hidup. Pendidikan sendiri dapat diartikan sebagai upaya untuk mencerdaskan bangsa, mengembangkan potensi, menanamkan nilai-nilai moral dan agama, membina kepribadian, mengajarkan pengetahuan, melatih keterampilan, memberikan bimbingan dan arahan. Pendidikan pada dasarnya adalah interaksi antara pendidik dan peserta didik, untuk mencapai tujuan yang telah

ditentukan serta mengoptimalkan kemampuan pada setiap individu.

Kemampuan berpikir yang dimiliki siswa diantaranya yaitu kemampuan berpikir kritis dan psikomotorik. Keterampilan berpikir sudah ada sejak mereka lahir. Semakin sering seseorang berhadapan dengan suatu yang menuntut untuk berpikir maka akan semakin berkembang dan meningkat kemampuan berpikirnya. Berpikir kritis adalah sebuah proses pemikiran yang bersifat selalu ingin tahu terhadap informasi yang ada untuk mencapai suatu pemahaman yang mendalam. Kemampuan berpikir kritis sangat diperlukan untuk melakukan pekerjaan dan memecahkan permasalahan yang dihadapi dalam kehidupan di masyarakat terutama di sekolah khususnya pada pembelajaran fisika. Dimana siswa diajarkan cara berpikir yang kritis dalam berpendapat dan memegang teguh pada pendapatnya. Dengan demikian siswa akan terbiasa untuk bertanggungjawab.

Psikomotorik adalah suatu keterampilan yang melibatkan otot dan kekuatan fisik. Psikomotorik sangat penting untuk ditingkatkan dalam pembelajaran khususnya pada pembelajaran fisika karena pembelajaran fisika berkaitan dengan cara mencari tahu tentang alam secara sistematis, sehingga fisika bukan hanya penguasaan kumpulan pengetahuan yang berupa fakta-fakta, konsep-konsep, atau prinsip-prinsip saja tetapi juga merupakan suatu proses penemuan. Pembelajaran fisika di sekolah diharapkan dapat menjadi wahana bagi siswa untuk mempelajari diri sendiri dan alam sekitar sehingga siswa mampu berkolaborasi dengan lingkungan yang ada disekitar mereka.

Fisika merupakan salah satu cabang dari ilmu sains. Fisika merupakan hasil kegiatan yang dilakukan manusia berupa pengetahuan, gagasan, dan konsep tentang alam sekitar melalui proses ilmiah. Pembelajaran fisika tidak cukup dengan mempelajari produk tetapi juga membuat produk, baik secara proses ilmiah maupun pengembangan sikap ilmiah siswa. Untuk itu hasil belajar tidak hanya terbatas pada ranah kognitif saja, akan tetapi ranah psikomotorik dan ranah afektif juga. Keterampilan psikomotorik sangat penting untuk diajarkan karena keterampilan siswa akan lebih mengetahui dan memahami apa yang telah mereka pelajari.

## II. Kajian Pustaka

### A. Model *Project Based Learning*

#### I. Pengertian *Project Based Learning*

Menurut Thohir [9] model pembelajaran *project based learning* merupakan suatu model pembelajaran yang relatif lama. Dimana model pembelajaran ini sering kali digunakan dalam khusus-khusus, akan tetapi lambat laun digunakan dalam pembelajaran eksperimen, investigasi, dan laporan penelitian. Model pembelajaran *project based learning* mempunyai beberapa jenis variasi metode, akan tetapi semua dilibatkan dalam pekerjaan yang individu maupun kelompok.

Menurut Sastrika [7] *project based learning* merupakan pembelajaran yang berpusat pada masalah dengan memadukan konsep-konsep dari sejumlah komponen seperti pengetahuan, disiplin ilmu atau lapangan. Pembelajaran ini berlangsung secara kolaboratif dalam kelompok yang heterogen. Dimana peserta didik menjadi terdorong dalam belajar mereka, serta guru berperan sebagai mediator dan fasilitator saja.

#### 2. Karakteristik *Project Based Learning*

Ada delapan karakteristik *project based learning* menurut Buck Institute for Education dalam Sari [6] yaitu (1) peserta didik membuat keputusan dan kerangka kerja; (2) terdapat masalah yang pemecahannya tidak ditentukan sebelumnya; (3) peserta didik merancang proses untuk mencapai hasil; (4) bertanggungjawab untuk mendapatkan dan mengelola informasi yang dikumpulkan; (5) peserta didik melakukan evaluasi secara kontinu; (6) teratur melihat kembali apa yang mereka kerjakan; (7) hasil akhir berupa produk dan dievaluasi kualitasnya; (8) situasi pembelajaran sangat toleran terhadap kesalahan dan perubahan.

#### 3. Langkah-langkah *Project Based Learning*

langkah-langkah *project based learning* yaitu: (1) mengidentifikasi permasalahan yang ada; (2) merencanakan proyek; (3) menyusun target; (4) membuat proyek; (5) monitoring ; (6) menyelesaikan proyek; (7) menguji dan presentasi hasil proyek; (8) mengevaluasi.

Mengidentifikasi permasalahan yang ada adalah kegiatan dimana peserta didik mencari permasalahan yang ada disekitarnya.

Kemudian merencanakan proyek adalah kegiatan dimana peserta didik merencanakan seperti apa proyek yang akan dibuat. Sedangkan menyusun target adalah kegiatan dimana peserta didik menyusun target penyelesaian proyek yang akan dibuat.

Membuat proyek adalah kegiatan dimana peserta didik membuat proyek seperti rencana dan target yang dibuat. Kemudian monitoring adalah kegiatan yang dilakukan untuk tindakan koreksi sebagai penyempurnaan proyek selanjutnya. Sedangkan menyelesaikan proyek adalah kegiatan dimana proses penyelesaian proyek sesuai dengan target yang ditetapkan.

Menguji dan presentasi hasil proyek adalah kegiatan dimana peserta didik menguji dan mempresentasikan hasil proyek yang dikerjakan selama ini. Lalu mengevaluasi adalah kegiatan pada titik terakhir proses pembuatan proyek dan proses penilaian kinerja proyek untuk meningkatkan kualitas kinerja proyek.

## **B. Model Pembelajaran Langsung (*Direct Instruction*)**

### **I. Pengertian Model Pembelajaran Langsung**

Menurut Sumargo [8] model pembelajaran langsung adalah suatu model pembelajaran yang bertujuan untuk membantu siswa dalam mempelajari materi pelajaran yang dilakukan secara langkah demi langkah. Didalam pembelajaran secara langsung guru harus menganalisis struktur materi ke dalam langkah demi langkah sebelum menerangkan atau mendemonstrasikan materi tersebut kepada siswa agar siswa paham.

Menurut Qurnain [10] model pembelajaran langsung adalah sebuah pendekatan yang mengajarkan keterampilan-keterampilan dasar dimana pelajaran sangat berorientasi pada tujuan dan lingkungan pembelajaran yang terstruktur secara ketat. Di dalam model pembelajaran langsung terdapat dua tujuan utama siswa yaitu penuntasan konten akademik yang terstruktur dengan baik dan perolehan seluruh jenis keterampilan.

### **2. Langkah-Langkah Model Pembelajaran langsung**

Langkah-langkah model pembelajaran langsung yaitu: (1) Menyampaikan tujuan dan mempersiapkan siswa; (2) Mendemonstrasikan pengetahuan atau

Keterampilan; (3) Membimbing pelatihan; (4) Mengecek pemahaman dan memberikan umpan balik; (5) Memberikan kesempatan untuk pelatihan lanjutan dan penerapan.

## **C. Kemampuan Berpikir Kritis**

### **I. Pengertian Kemampuan Berpikir Kritis**

Menurut Ennis dalam Rahayu [3] menyatakan bahwa berfikir kritis merupakan suatu proses dan kemampuan yang dilibatkan dalam membuat keputusan yang rasional dimana harus jelas apa yang harus dilakukan dan apa yang harus dipercaya. Membuat keputusan yang rasional tentunya tidak asal saja tapi juga membutuhkan fakta atau data yang jelas dan dapat dipercaya. Fakta dan data ini dapat berupa hasil perhitungan matematis yang kita tidak bisa dikerjakan peserta didik.

Menurut Angelo (1995) dalam Alfiah [7] berpikir kritis adalah mengaplikasikan rasional dalam kegiatan berpikir yang tinggi yang meliputi kegiatan menganalisis, mengenal permasalahan dan pemecahannya, menyimpulkan, serta mengevaluasi. Kemudian menurut Rosnawati dalam Saregar (2016) kemampuan berpikir kritis tidak hanya memerlukan kemampuan mengingat saja, akan tetapi juga memerlukan kemampuan kreatif.

### **2. Indikator Kemampuan Berpikir Kritis**

Indikator kemampuan berpikir kritis yaitu (1) Memberikan penjelasan sederhana dengan memfokuskan pertanyaan; (2) Membangun keterampilan dasar dengan mengobservasi dan mempertimbangkan laporan observasi; (3) Membangun keterampilan dasar dengan mempertimbangkan apakah sumber dapat dipercaya atau tidak; (4) Memberikan penjelasan sederhana dengan menganalisis argumen; (5) Mengatur strategi dan taktik dengan berinteraksi dengan orang lain; (6) Memberikan penjelasan sederhana dengan bertanya dan menjawab pertanyaan; (7) Mengatur strategi dan taktik dengan menentukan suatu tindakan; (8) Menyimpulkan dengan membuat dan menentukan hasil pertimbangan; (9) Menyimpulkan dengan menginduksi dan mempertimbangkan hasil induksi; (10) Menyimpulkan dengan mendeduksi dan mempertimbangkan hasil deduksi menyimpulkan ; (11) Memberikan penjelasan lanjut dengan mendefinisikan istilah dan mempertimbangkan suatu

definisi; (12) Memberikan penjelasan lanjut dengan mengidentifikasi asumsi-asumsi.

### 3. Penilaian Kemampuan Berpikir Kritis

Menurut Rofiah [4] penilaian kemampuan berpikir kritis dapat dilakukan dengan menggunakan tes tertulis selain digunakan untuk mengetahui profil kemampuan siswa, juga dapat digunakan sebagai sarana melatih kemampuan siswa untuk berpikir kritis. Soal-soal yang digunakan sebagai latihan tersebut berisi pertanyaan yang menguji siswa dalam hal pemecahan masalah.

## D. Kemampuan Psikomotorik

### 1. Pengertian Kemampuan Psikomotorik

Menurut Rosa [5] ranah psikomotorik merupakan ranah yang berkaitan dengan keterampilan (skill) atau kemampuan bertindak setelah seseorang menerima pengalaman belajar tertentu. Ranah ini diukur dengan mengamati dan menilai keterampilan siswa saat melakukan praktikum. Penilaian hasil belajar psikomotor mencakup: kemampuan menggunakan alat dan sikap kerja, kemampuan menganalisis suatu pekerjaan dan menyusun urutan pengerjaan, kecepatan mengerjakan tugas, kemampuan membaca gambar dan atau simbol, keserasian bentuk dengan yang diharapkan dan atau ukuran yang telah ditentukan.

### 2. Indikator Kemampuan Psikomotorik

Menurut Trowbridge dan Bybee (1973) dalam Yunita [12] terdapat empat indikator kemampuan psikomotorik yaitu: (1) *Moving*; (2) *Manipulating*; (3) *Communicating*; (4) *Creating*.

*Moving* (bergerak) merupakan kategori yang merujuk pada sejumlah gerakan tubuh yang melibatkan koordinasi gerakan-gerakan fisik. Kemudian *manipulating* (memanipulasi) merupakan kategori yang merujuk pada aktivitas yang mencakup pola-pola yang terkoordinasi dari gerakan-gerakan yang melibatkan bagian-bagian tubuh, misalnya tangan-jari, tangan-mata. Selanjutnya *communicating* (berkomunikasi) merupakan kategori yang merujuk pada pengertian aktivitas yang menyajikan gagasan dan perasaan untuk diketahui oleh orang lain. Serta *creating* (menciptakan) merupakan kategori yang merujuk pada proses dan kinerja yang dihasilkan dari gagasan-gagasan baru.

## E. Materi Pengukuran

### I. Besaran, Satuan, dan Dimensi

#### a. Besaran

Besaran adalah sesuatu yang dapat diukur, mempunyai nilai yang dapat dinyatakan dengan angka-angka, dan memiliki satuan tertentu. Contoh: panjang, massa, dan waktu. Besaran-besaran dalam fisika dapat dikelompokkan menjadi dua macam yaitu besaran pokok dan besaran turunan.

#### 1) Besaran Pokok

Besaran pokok adalah besaran yang satuannya ditetapkan terlebih dahulu dan tidak diturunkan dari besaran lain. Satuan besaran pokok disebut satuan pokok dan telah ditetapkan terlebih dahulu berdasarkan kesepakatan para ilmuwan.

Tabel 2. Besaran Pokok

No	Besaran Pokok	Lambang Besaran	Satuan	Lambang Satuan
1.	Panjang	$l$	meter	m
2.	Massa	$m$	kilogram	kg
3.	Waktu	$t$	sekon	s
4.	Kuat arus listrik	$I$	ampere	A
5.	Suhu	$T$	kelvin	K
6.	Intensitas cahaya	$I$	kandela	cd
7.	Jumlah zat	$N$	mol	mol

#### 2) Besaran Turunan

Besaran turunan adalah besaran yang dapat diturunkan dari besaran pokok. Satuan besaran turunan disesuaikan dengan satuan besaran pokoknya.

Tabel 3. Besaran Turun

No	Besaran Turunan	Lambang Besaran	Rumus	Satuan Turunan
1.	Luas	$A$	panjang x lebar	m <sup>2</sup>
2.	Volume	$V$	panjang x lebar x tinggi	m <sup>3</sup>
3.	Percepatan	$a$	kecepatan : waktu	m/s <sup>2</sup>
4.	Kecepatan	$v$	perpindahan : waktu	m/s
5.	Gaya	$F$	massa x percepatan	kg m/s <sup>2</sup>
6.	Massa jenis	$\rho$	massa : volume	kg/m <sup>3</sup>
7.	Tekanan	$P$	gaya : luas	kg/ms <sup>2</sup>
8.	Usaha dan energi	$W$	gaya x perpindahan	kg m <sup>2</sup> /s <sup>2</sup>
9.	Momentum	$p$	gaya x waktu	kg m/s
10.	Daya	$P$	usaha : waktu	kg m <sup>2</sup> /s <sup>3</sup>

## b. Satuan

Satuan merupakan salah satu komponen besaran yang menjadi standar dari suatu besaran atau pernyataan yang menjelaskan arti dari suatu besaran. Besaran satuan untuk satu jenis besaran pernyataan yang menjelaskan arti dari suatu besaran memberikan kesulitan sehingga digunakan satuan standar sistem internasional yang disebut *Système Internationale d'Unités* (SI).

### (a) Satuan Internasional

Satuan internasional adalah satuan yang diakui penggunaannya secara internasional serta memiliki standar yang sudah baku, dimana pada awalnya sistem internasional disebut sebagai sistem meter-kilogram-sekon (MKS). Sistem itu juga disebut sistem sentimeter-gram-sekon (CGS). Sistem metrik memiliki keunggulan, yaitu satuan tiap besaran, baik besaran pokok maupun besaran turunannya dapat dinyatakan dalam besaran SI, hanya dengan awalan.

### (b) Satuan Baku dan Tak Baku

Standar satuan tidak baku tidak sama di setiap tempat, misalnya untuk mengukur panjang dengan jengkal dan hasta, untuk mengukur luas dengan tumbak atau bata, untuk mengukur massa dengan pikul atau dacin. Standar satuan baku nilai satuan harus tetap, artinya nilai satuan tidak bergantung pada cuaca panas atau dingin, tidak bergantung pada tempat, tidak bergantung pada waktu, dan sebagainya. Mudah diperoleh kembali, artinya siapa pun akan mudah memperoleh satuan tersebut jika memerlukannya untuk mengukur sesuatu.

## c. Dimensi

Dimensi adalah cara penulisan suatu besaran menggunakan simbol (lambang) besaran pokok. Hal ini berarti dimensi suatu besaran menunjukkan cara besaran itu tersusun dari besaran-besaran pokok. Cara penulisan dimensi dari suatu besaran dinyatakan dengan lambing huruf tertentu dan diberi tanda kurung persegi [ ].

### (a) Dimensi Besaran Pokok

Pada suatu sistem internasional (SI), ada tujuh besaran pokok yang berdimensi. Untuk lebih jelasnya perhatikan tabel berikut.

**Tabel 4.** Dimensi Besaran Pokok

No	Besaran Pokok	Satuan	Dimensi
1.	Panjang	m	[L]
2.	Massa	kg	[M]
3.	Waktu	s	[T]
4.	Kuat arus listrik	A	[I]
5.	Suhu	K	[ $\theta$ ]
6.	Intensitas cahaya	cd	[J]
7.	Jumlah zat	mol	[N]

### (b) Dimensi Besaran Turunan

Dimensi dari besaran turunan dapat disusun dari dimensi besaran-besaran pokok. Tabel berikut menunjukkan berbagai dimensi besaran turunan.

**Tabel 5.** Dimensi Besaran Turunan

No	Besaran Turunan	Satuan	Dimensi
1.	Luas	m <sup>2</sup>	[L] <sup>2</sup>
2.	Volume	m <sup>3</sup>	[L] <sup>3</sup>
3.	Percepatan	m/s <sup>2</sup>	[L][T] <sup>-2</sup>
4.	Kecepatan	m/s	[L][T] <sup>-1</sup>
5.	Gaya	kg m/s <sup>2</sup>	[M][L][T] <sup>-2</sup>
6.	Massa jenis	kg/m <sup>3</sup>	[M][L] <sup>-3</sup>
7.	Tekanan	kg/ms <sup>2</sup>	[M][L] <sup>-1</sup> [T] <sup>-2</sup>
8.	Usaha dan energi	kg m <sup>2</sup> /s <sup>2</sup>	[M][L] <sup>2</sup> [T] <sup>-2</sup>
9.	Impuls dan momentum	kg m/s	[M][L][T] <sup>-1</sup>
10.	Daya	kg m <sup>2</sup> /s <sup>3</sup>	[M][L] <sup>2</sup> [T] <sup>-3</sup>

### (c) Kegunaan Dimensi

Dimensi mempunyai dua kegunaan yaitu untuk menentukan satuan dari suatu besaran turunan dengan cara analisis dimensional dan menunjukkan kesetaraan beberapa besaran yang seintas tampak berbeda.

#### (1) Analisis Dimensional

Analisis dimensional adalah suatu cara untuk menentukan satuan dari suatu besaran turunan, dengan cara memperhatikan dimensi besaran tersebut.

#### (2) Kesetaraan Beberapa Besaran

Selain digunakan untuk mencari satuan, dimensi juga dapat digunakan untuk menunjukkan kesetaraan beberapa besaran yang terlihat berbeda. Dua besaran dikatakan setara jika keduanya memiliki dimensi yang sama dan keduanya termasuk besaran scalar maupun besaran vektor.

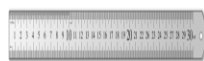
## 2. Pengukuran

Pengukuran adalah suatu proses membandingkan nilai suatu besaran dengan beberapa nilai satuan besaran tersebut yang telah ditentukan. Hasil pengukuran akan akurat jika kita mengukur dengan alat ukur yang tepat. Karena setiap alat ukur memiliki skala tertentu maka penggunaan suatu jenis alat ukur ditentukan oleh beberapa faktor yaitu ketelitian hasil ukur yang diinginkan, ukuran besaran yang diukur dan bentuk benda yang akan diukur. Semakin kecil skala yang digunakan, semakin teliti hasil yang diperoleh. Berikut dijelaskan beberapa alat ukur yang sering digunakan untuk mengukur panjang, massa, dan waktu.

### a. Alat Ukur Besaran Panjang

#### 1) Mistar (Penggaris)

Mistar atau penggaris adalah alat ukur yang paling sering digunakan. Skala pengukuran terkecil: 1 milimeter. Ketelitian: setengah dari skala terkecil yaitu 0,5 mm. Jenis mistar: penggaris yang berbentuk lurus, berbentuk segitiga yang terbuat dari plastik atau logam, mistar tukang kayu. Cahaya membaca yang tepat akan mendapatkan hasil pengukuran yang akurat. Ketika melakukan pengukuran dengan mistar, posisi mata harus melihat tegak lurus terhadap skala mistar. Hal ini untuk menghindari kesalahan pembacaan hasil pengukuran akibat beda sudut kemiringan. Kesalahan pengukuran semacam ini disebut kesalahan paralaks.



Gambar 1. Penggaris

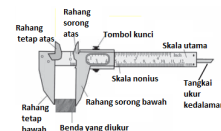
#### 2) Rolmeter (Meter Kelos)

Rolmeter merupakan alat ukur panjang yang biasanya terbuat dari plastik atau pelat besi. Panjang rolmeter dapat mencapai 25-50 meter dengan ketelitian pengukuran sampai 0,5 mm.

#### 3) Jangka Sorong

Jangka sorong pertama kali ditemukan oleh seorang ahli teknik berkebangsaan Prancis yang bernama Pierre Vernier. Jangka sorong adalah alat ukur panjang yang mempunyai batas ukur sampai

10 cm dengan ketelitiannya 0,1 mm atau 0,01 cm. Disebut jangka sorong karena ujungnya mirip jangka yang dapat digeser (disorong). Kegunaan dari jangka sorong adalah untuk mengukur diameter luar, diameter dalam, kedalaman tabung, dan panjang benda.



Gambar 2. Jangka sorong dan bagian-bagiannya

Bagian-bagian penting jangka sorong sebagai berikut:

- Rahang tetap yang dilengkapi dengan skala utama. Skala utama jangka sorong memiliki skala dalam cm dan mm dengan skala terkecil 1 mm.
- Rahang geser yang dilengkapi dengan skala nonius atau skala vernier. Skala nonius ini dapat digeser-geser. Skala nonius merupakan skala yang menentukan ketelitian pengukuran. Panjang 10 skala nonius adalah 9 mm dan dibagi dalam 10 skala. Ini berarti 1 skala nonius (jarak antara dua garis skala nonius yang berdekatan) sama dengan 0,9 mm. Selisih skala utama dengan skala nonius adalah  $1 \text{ mm} - 0,9 \text{ mm} = 0,1 \text{ mm}$  atau 0,01 cm. Jadi, skala terkecil pada jangka sorong adalah 0,1 mm atau 0,01 cm.

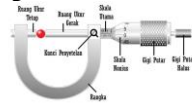
Hasil pengukuran menggunakan jangka sorong berdasarkan angka pada skala utama ditambah angka pada skala nonius yang dihitung dari 0 sampai dengan garis skala nonius yang berimpit dengan garis skala utama.

#### 4) Mikrometer Sekrup

Mikrometer Sekrup merupakan alat ukur ketebalan benda yang relatif tipis, misalnya kertas, seng, dan karbon. Bagian-bagian dari mikrometer sekrup adalah



rahang putar, skala utama, skala putar, dan silinder bergerigi.



**Gambar 3.** Mikrometer Sekrup dan bagian-bagiannya

Bagian-bagian penting mikrometer sekrup sebagai berikut:

(a) Skala Tetap (Skala Utama)

Skala tetap terbagi dalam satuan millimeter (mm). Skala ini terdapat pada laras dan terbagi menjadi dua skala, yaitu skala atas dan skala bawah.

(b) Skala Putar (Skala Nonius)

Skala putar terdapat pada besi penutup laras yang dapat berputar dan dapat bergeser ke depan atau ke belakang. Skala ini terbagi menjadi 50 skala atau bagian ruas yang sama. Satu putaran pada skala ini menyebabkan skala utama bergeser 0,5 mm. Jadi, satu skala pada skala putar mempunyai ukuran

$$\frac{1}{50} \times 0,5 \text{ mm} = 0,01 \text{ mm}.$$

Ukuran ini merupakan batas ketelitian micrometer sekrup.

**b. Alat Ukur Besaran Massa**

Massa benda menyatakan banyaknya zat yang terdapat dalam suatu benda. Massa tiap benda selalu sama dimana pun benda tersebut berada. Satuan SI untuk massa adalah kilogram (kg). Secara umum alat ukur massa disebut neraca atau timbangan. Prinsip kerja timbangan adalah keseimbangan kedua lengan, yaitu kesetimbangan antara massa benda yang diukur dan anak timbangan yang digunakan.

1) Neraca ohaus, neraca ini untuk mengukur massa benda atau logam. Batas ketelitian neraca ohaus adalah 0,1 gram.



**Gambar 4.** Neraca Ohaus tiga lengan dan bagian-bagiannya

- 2) Neraca analisis, dua lengan, neraca ini untuk mengukur massa benda, misalnya emas, batu, Kristal benda, dan lain-lain. Batas ketelitian neraca analisis dua lengan yaitu 0,1 gram.
- 3) Neraca digital, massa benda yang diukur menggunakan neraca digital hasilnya langsung ditunjuk dan terbaca pada layarnya. Ketelitian pada neraca digital sampai 0,001 gram.



**Gambar 5.** Neraca digital

- 4) Neraca lengan gantung, untuk menentukan massa benda menggunakan neraca gantung dengan cara menggeser beban pemberat di sepanjang batang.

**c. Alat Ukur Besaran Waktu**

Waktu memiliki standar satuan yaitu sekon. Besaran waktu diukur dengan jam atau arloji dan *stopwatch*. *Stopwatch* memiliki ketelitian sampai 0,1 detik. Jam ada bermacam-macam, di antaranya jam analog, jam digital, jam dinding, jam atom, dan jam matahari.



**Gambar 6.** Jam dan *Stopwatch*

- 1) Jam atau arloji, memiliki ketelitian 1 sekon
- 2) *Stopwatch*, memiliki ketelitian 0,1 detik karena skala pada stopwatch dibagi menjadi 10 bagian
- 3) Jam atom sesium, memiliki ketelitian 1 sekon tiap 3.000 tahun, artinya kesalahan pengukuran jam ini kira-kira satu sekon dalam waktu 3.000 tahun

**d. Alat Ukur Besaran Kuat Arus**

Alat untuk mengukur kuat arus listrik disebut amperemeter. Amperemeter mempunyai hambatan dalam yang sangat kecil, pemakaiannya harus dihubungkan secara seri pada rangkaian yang diukur

sehingga jarum menunjuk angka yang merupakan besarnya arus listrik yang mengalir.

**e. Alat Ukur Besaran Suhu**

Satuan besaran suhu menurut SI adalah Kelvin (K). Namun, selain Kelvin masih ada lagi satuan yang lain, yaitu Celcius ( $^{\circ}\text{C}$ ), Fahrenheit ( $^{\circ}\text{F}$ ), dan Reamur ( $^{\circ}\text{R}$ ). Alat yang digunakan untuk mengukur suhu adalah termometer. Sebuah termometer terdiri dari sebuah pipa kapiler (pada bagian bawah berisi air raksa atau alkohol dan ruang hampa di atasnya) dan dinding kaca yang berskala. Cara penggunaan termometer adalah dengan mencelupkan termometer pada zat yang diukur.

Termometer yang baik harus memenuhi dua syarat, yaitu sebagai berikut.

- 1) Nilai suhu yang ditunjukkan tidak dipengaruhi oleh nilai suhu pada pengukuran sebelumnya
- 2) Nilai suhu dapat dibaca dengan cepat walaupun digunakan untuk mengukur suhu yang sangat tepat berbeda.

Prinsip kerja termometer adalah bahwa volume zat cair akan berubah apabila dipanaskan atau didinginkan. Volume zat cair akan bertambah apabila dipanaskan, sedangkan apabila didinginkan volume zat cair akan berkurang. Naik atau turunnya zat cair tersebut digunakan sebagai acuan untuk menentukan suhu suatu benda.

Berdasarkan zat pengisinya, termometer dibedakan menjadi termometer air raksa dan termometer alkohol. Perbandingan titik tetap atas, titik tetap bawah, penemu, tahun pembuatan, serta perbandingan skala pada termometer Celcius, Reamur, Fahrenheit, dan Kelvin adalah sebagai berikut.

**Tabel 6.** Alat Ukur Besaran Suhu

	<b>Celcius</b>	<b>Reamur</b>	<b>Fahrenheit</b>	<b>Kelvin</b>
Titik tetap atas	100 $^{\circ}\text{C}$	80 $^{\circ}\text{R}$	212 $^{\circ}\text{F}$	373 K
Titik tetap bawah	0 $^{\circ}\text{C}$	0 $^{\circ}\text{R}$	32 $^{\circ}\text{F}$	273 K
Dibuat oleh	Anders Celcius dari Swedia	Reamur dari Prancis	Daniel Gabriel Fahrenheit dari Jerman	Kelvin dari Inggris
Tahun	1701-1744	1731	1686-1736	1848-1954
Perbandingan skala	100	80	180	100

Secara matematis dapat dituliskan hubungan dari berbagai termometer sebagai berikut:

a) Hubungan antara Celcius dan Reamur:

$$T_C = \left(\frac{5}{4} T_R\right)^{\circ}\text{C} \text{ atau } T_R = \left(\frac{4}{5} T_C\right)^{\circ}\text{R}$$

b) Hubungan antara Celcius dan Fahrenheit:

$$T_C = \frac{5}{9} (T_F - 32^{\circ})^{\circ}\text{C} \text{ atau}$$

$$T_F = \left(\frac{9}{5} T_C + 32\right)^{\circ}\text{F}$$

c) Hubungan antara Reamur dan Fahrenheit:

$$T_R = \left(\frac{4}{9} T_F - 32\right)^{\circ}\text{R} \text{ atau}$$

$$T_F = \left(\frac{9}{4} T_R + 32\right)^{\circ}\text{F}$$

d) Hubungan antara Celcius dan Kelvin:

$$T_K = (T_C + 273) \text{ K} \text{ atau } T_C = (T_K - 273)^{\circ}\text{C}$$

### 3. Ketidakpastian Pengukuran

#### a. Penyebab Ketidakpastian Pengukuran

##### 1) Kesalahan Umum

Kesalahan umum adalah kesalahan yang disebabkan oleh keterbatasan pada pengamat saat melakukan pengukuran. Kesalahan ini dapat disebabkan oleh kesalahan membaca skala kecil dan kurang terampil dalam menyusun dan memakai alat, terutama untuk alat yang melibatkan banyak komponen.

##### 2) Kesalahan Sistematis

Kesalahan sistematis adalah kesalahan yang disebabkan oleh alat yang digunakan atau lingkungan sekitar alat yang mempengaruhi kinerja alat, misalnya kesalahan kalibrasi, kesalahan titik nol, kesalahan komponen alat atau kerusakan alat, kesalahan paralaks, perubahan suhu, dan kelembapan.

##### (a) Kesalahan Kalibrasi

Kesalahan kalibrasi terjadi karena pemberian nilai skala



pada saat pembuatan atau kalibrasi (standardisasi) tidak tepat. Hal ini mengakibatkan pembacaan hasil pengukuran menjadi lebih besar atau lebih kecil dari nilai sebenarnya. Kesalahan ini dapat diatasi dengan mengkalibrasi ulang alat menggunakan alat yang telah terstandardisasi.

(c) **Kesalahan Titik Nol**

Kesalahan titik nol terjadi karena titik nol skala pada alat yang digunakan tidak tepat berimpit dengan jarum penunjuk atau jarum penunjuk yang tidak bisa kembali tepat pada skala nol. Akibatnya, hasil pengukuran dapat mengalami penambahan atau pengurangan sesuai dengan selisih dari skala nol semestinya. Kesalahan titik nol dapat diatasi dengan melakukan koreksi pada penulisan hasil pengukuran.

(d) **Kesalahan Komponen Alat**

Kerusakan pada alat jelas sangat berpengaruh pada pembacaan alat ukur. Sebagai contoh pada neraca pegas. Jika pegas yang digunakan sudah lama dan arus akan berpengaruh pada pengurangan konstanta pegas. Hal ini menjadikan jarum atau skala penunjuk tidak tepat pada angka nol yang membuat skala berikutnya bergeser.

3) **Kesalahan Paralaks**

Kesalahan paralaks terjadi bila ada jarak antara jarum penunjuk dengan garis-garis skala dan posisi mata pengamat tidak tegak lurus dengan jarum.

4) **Kesalahan Acak**

Kesalahan acak adalah kesalahan yang terjadi karena adanya fluktuasi-fluktuasi halus pada saat melakukan pengukuran. Kesalahan ini dapat disebabkan oleh adanya gerak Brown molekul udara, fluktuasi tegangan listrik, landasan bergetar, bising, dan radiasi.

b. **Kesalahan pada Pengukuran Tunggal**

Pengukuran tunggal adalah pengukuran yang hanya dilakukan sekali saja.

$$\text{Ketidakpastiaan} = \Delta x = \frac{1}{2} \times \text{skala terkecil}$$

terkecil

$$\text{Hasil pengukuran} = x_0 \pm \Delta x$$

c. **Kesalahan pada pengukuran Berulang**

Ketidakpastian pada pengukuran berulang dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$x_0 = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_N}{N} = \frac{\sum x_i}{N} \quad (I)$$

$$\Delta x = \frac{1}{N} \sqrt{\frac{N \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}{N-1}}$$

Keterangan:

$x_0$  = hasil pengukuran yang mendekati nilai benar

$\Delta x$  = ketidakpastian pengukur

$N$  = banyaknya pengukuran yang dilakukan

d. **Ketidakpastian Relatif**

Dengan adanya ketidakpastian dalam pengukuran, maka tingkat ketelitian hasil pengukuran dapat dilihat dari ketidakpastian relative yang diperoleh dari hasil bagi nilai ketidakpastian ( $\Delta x$ ) dengan nilai benar dikalikan 100%.

$$\text{Ketidakpastian relatif} = \frac{\Delta x}{x} \cdot 100\%$$

Ketidakpastian relatif dapat digunakan untuk mengetahui tingkat ketelitian pengukuran. Semakin kecil nilai ketidakpastian relatif, semakin tinggi ketelitian pengukuran.

4. **Notasi Ilmiah dan Angka Penting**

a. **Notasi Ilmiah**

Untuk mengatasi kesulitan yang timbul ketika harus menuliskan bilangan yang sangat besar (misalnya kecepatan cahaya kurang lebih sebesar  $c = 300.000.000 \text{ m/s}$ ), atau sebaliknya sangat kecil (misalnya massa elektron  $e = 0,00000000000000000016 \text{ coulomb}$ ) digunakan notasi ilmiah atau awalan metrik. Penulisan dengan cara ini tidak mengubah angka penting bilangan yang bersangkutan. Bentuk baku atau notasi ilmiah hasil pengukuran dapat dinyatakan dengan:

$$a \dots x 10^n$$

**Keterangan:**

a = bilangan asli mulai dari 1 sampai dengan 9

n = eksponen dan merupakan bilangan bulat

Aturan penulisan hasil pengukuran dengan notasi ilmiah yaitu sebagai berikut.

1) Untuk bilangan yang lebih dari 10, pindahkan koma desimal ke kiri dan eksponennya positif.

Contoh:  $c = 300.000.000 \text{ m/s} = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$

2) Untuk bilangan yang kurang dari 1 pindahkan koma desimal ke kanan dan eksponennya negatif.

Contoh:  $e = 0,00000000000000000016 \text{ coulomb} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$

**b. Angka Penting**

Angka penting disebut juga angka berarti atau angka signifikan, yaitu angka yang menunjukkan ketelitian atau ketidakpastian alat ukur yang digunakan. Semua angka yang diperoleh dari hasil pengukuran disebut angka penting atau disebut angka tidak eksak, sedangkan angka yang bukan berasal dari pengukuran disebut angka eksak, misalnya jumlah siswa dalam satu kelas 40 anak.

Semakin banyak angka penting dalam suatu hasil pengukuran, semakin telitilah alat ukurnya. Angka penting terdiri dari angka pasti dan angka taksiran (angka perkiraan atau angka diragukan). Sebagai contoh pada pembacaan panjang rusuk kubus dengan mistar diperoleh angka 17,8 cm. Angka 1 dan 7 adalah angka pasti karena jelas terdapat pada skala. Angka 8 diperoleh dari perkiraan sehingga disebut angka perkiraan atau angka diragukan. Angka perkiraan selalu berada pada posisi terakhir atau diberi tanda khusus (misalnya garis bawah atau dicetak tebal). Dibelakang angka perkiraan bukan angka penting lagi dan tidak mempunyai arti.

**1) Aturan-Aturan Angka Penting**

a) Semua angka bukan nol adalah angka penting.

Contoh: 12,5 cm memiliki 3 angka penting

43,51 kg memiliki 4 angka penting

b) Angka nol yang diapit angka bukan nol termasuk angka penting.

Contoh: 1,067 gram memiliki 4 angka penting

450 memiliki 3 angka penting

c) Angka nol yang terletak di sebelah kiri angka bukan nol tidak termasuk angka penting.

Contoh: 0,077 gram memiliki 2 angka penting

0,308 gram memiliki 3 angka penting

d) Angka nol disebelah kanan angka bukan nol bukan angka penting, kecuali angka nol disebelah kanan yang diberi tanda khusus (biasanya garis bawah) termasuk angka penting.

Contoh: 1.000 kg memiliki 1 angka penting

1.0 km memiliki 2 angka penting

**2) Operasi Angka Penting**

a) Aturan pembulatan

Angka lebih kecil dari 5 dibulatkan ke bawah, lebih besar dari 5 dibulatkan ke atas.

Contoh: 2,724 dibulatkan menjadi 2,72

2,736 dibulatkan menjadi 2,74

Angka tepat sama dengan 5, dibulatkan ke bawah jika angka sebelumnya genap dan dibulatkan ke atas jika angka sebelumnya ganjil.

Contoh: 93,245 dibulatkan menjadi 93,24

93,275 dibulatkan menjadi 93,28

Hasil operasi matematis angka penting hanya boleh mengandung satu angka ragu-ragu.

**3) Penjumlahan dan Pengurangan Angka Penting**

Hasil penjumlahan dan pengurangan angka penting hanya boleh mengandung satu

angka perkiraan (angka yang diragukan atau angka perkiraan tercetak tebal).

Contoh: 62,4 m

$$\frac{15,32 \text{ m}}{77,72 \text{ m}} +$$

#### 4) Perkalian dan Pembagian Angka Penting

Hasil perkalian dan pembagian angka penting sama dengan banyaknya angka penting dari bilangan yang memiliki angka penting paling sedikit.

Contoh: 2,32 cm

$$2,8 \text{ cm} \times$$

$$6,496 \text{ cm}^2 = 6,5 \text{ cm}^2$$

#### 5) Pemangkatan dan Penarikan Akar

Banyaknya angka penting hasil pemangkatan dan penarikan akar sama dengan bilangan yang dipangkatkan atau ditarik akarnya.

Contoh:  $5,0^3 \text{ cm}^3 = 125 \text{ cm}^3 = 130 \text{ cm}^3$  (2 angka penting)

$\sqrt[3]{125 \text{ m}^3} = 5,00 \text{ m}$  (3 angka penting) [11].

### III. Metode Penelitian/Eksperimen

#### A. Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang dilakukan adalah penelitian kuantitatif dengan metode *quasy eksperiment* (eksperimen semu), karena peneliti tidak memungkinkan untuk mengontrol semua variabel yang muncul. Rancangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan menggunakan *desain equivalent control group*. Desain ini melibatkan dua kelas, yaitu kelas eksperimen dan kelas kontrol. Kelas eksperimen adalah kelas yang memperoleh perlakuan pembelajaran fisika menggunakan model pembelajaran *Project Based Learning* sedangkan kelas kontrol adalah kelas yang memperoleh perlakuan pembelajaran fisika dengan menggunakan model pembelajaran *Direct Instruction* (pembelajaran secara langsung).

Struktur desain penelitian ini adalah sebagai berikut:

**Tabel 7.** Desain Penelitian *Quasy Eksperiment*

Kelas	Tes I	Perlakuan	Tes II
A	<i>Pretest</i>	Eksperimen (PjBL)	<i>Posttest</i>
B	<i>Pretest</i>	Kontrol ( <i>Direct Instruction</i> )	<i>Posttest</i>

#### B. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini akan dilaksanakan di SMA Negeri 1 Prambanan. Adapun waktu pelaksanaan penelitian ini adalah pada semester I/Ganjil Tahun Pelajaran 2019/2020.

#### C. Populasi dan Sampel Penelitian

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh siswa SMA Negeri 1 Prambanan, sedangkan sampel kelas yang digunakan adalah kelas X MIPA 2 dan kelas X MIPA 4 yang masing – masing kelas terdiri dari beberapa siswa seperti pada tabel 7. Teknik pengambilan sampel pada penelitian ini menggunakan *random sampling* sederhana atau undian.

**Tabel 8.** Distribusi Siswa Kelas X MIPA

No	Kelas	Jumlah Siswa
1	X MIPA 2	36 orang
2	X MIPA 4	36 orang

#### D. Variabel Penelitian

Terdapat tiga variabel yaitu variabel yang mempengaruhi (variabel bebas), variabel yang dipengaruhi (variabel terikat), dan variabel pembanding (variabel control). Adapun variabel dalam penelitian ini adalah:

1. Variabel bebas yaitu Model Pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL)
2. Variabel terikat yaitu kemampuan berpikir kritis dan psikomotorik
3. Variabel kontrol yaitu materi pengukuran di SMA N 1 Prambanan

#### E. Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian yang digunakan dalam penelitian ini yaitu RPP, LKPD, soal-soal *pretest* dan *posttest* kemampuan berpikir kritis dan lembar observasi psikomotorik.

#### F. Teknik dan Instrumen Pengumpulan Data

Teknik dan instrumen pengumpulan data yang digunakan oleh peneliti dalam penelitian yang dilakukan menggunakan tes dan non tes

#### G. Validitas dan Reliabilitas Instrumen

Untuk mengetahui apakah instrumen penelitian ini dapat digunakan dalam penelitian ini maka instrumen penelitian ini diuji cobakan terlebih dahulu. Agar dapat diperoleh data yang valid dan reliabel.

## I. Uji Soal Tes

### a. Validitas

Validitas ini dihitung dengan koefisien menggunakan *product moment* yang dikemukakan oleh person sebagai berikut:

$$r_{xy} = \frac{N \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{[N \sum X^2 - (\sum X)^2][N \sum Y^2 - (\sum Y)^2]}} \quad (2)$$

Keterangan:

$r_{xy}$  = koefisien korelasi

$n$  = banyaknya subjek yang dikenai tes

$X$  = skor untuk butir ke-1

$Y$  = total skor

**Tabel 9.** Interpretasi Indeks Korelasi “r”  
“Product Moment”

Besarnya “r” “Product Moment” ( $r_{xy}$ )	Interpretasi
$r_{xy} \leq 0,30$	Tidak valid
$r_{xy} > 0,30$	Valid

Sumber: Sari A.N.[6]

### b. Uji Reabilitas Soal

Reabilitas menunjukkan suatu pengertian bahwa suatu instrument dapat dipercaya untuk digunakan sebagai alat. Untuk menguji reliabilitas instrumen, peneliti menggunakan rumus *Alpha*.

$$r_{11} = \left( \frac{n}{n-1} \right) \left( 1 - \frac{\sum s_i^2}{s^2} \right) \quad (3)$$

Keterangan:

$r_{11}$  = Koefisien reliabilitas tes

$n$  = Banyaknya butir item yang dikeluarkan dalam tes.

$I$  = Bilangan konstan

$\sum s_i^2$  = Jumlah varian skor dari tiap-tiap butir item

$s^2$  = Varian total

Adapun kriteria pengujiannya adalah:

**Tabel 10.** Kriteria Koefisien Reliabilitas

Nilai	Keterangan
$r_{11} < 0,20$	Sangat rendah
$0,20 \leq r_{11} < 0,40$	Rendah
$0,40 \leq r_{11} < 0,70$	Sedang
$0,70 \leq r_{11} < 0,90$	Tinggi
$0,90 \leq r_{11} < 1,00$	Sangat tinggi

(Sumber: Sari A.N, 2017)

### c. Uji Tingkat Kesukaran

Tingkat kesukaran ini dilakukan untuk menguji apakah butir item soal yang digunakan ini sebagai butir soal yang baik, artinya butir soal tersebut memiliki tingkat kesukaran tidak terlalu mudah dan tidak terlalu sulit dengan

kata lain tingkat kesukaran butir item soal itu adalah sedang. Tingkat kesukaran suatu butir item soal dapat dinyatakan dengan rumus sebagai berikut:

$$P = \frac{B}{J_s} \quad (4)$$

Keterangan

$P$  : Indeks kesukaran

$B$  : Banyaknya siswa yang menjawab soal benar

$J_s$  : Jumlah seluruh peserta tes

**Tabel 11.** Kriteria Uji Tingkat Kesukaran

Kesukaran	Kriteria
0,00-0,30	Soal Sukar
0,31-0,70	Soal Sedang
0,71-1,00	Soal Mudah

Sumber: Sari A.N.[6]

### d. Daya Beda

Daya beda adalah untuk membedakan kemampuan antara siswa yang memiliki kemampuan berpikir kritis yang lebih tinggi dengan kemampuan berpikir kritis yang kurang dalam menjawab butir item soal. Menghitung daya pembeda setiap butir soal dalam penelitian ini menggunakan rumus formula berikut:

$$D = P_A - P_B \quad (5)$$

Dimana  $P_A = \frac{B_A}{J_A}$  dan  $P_B = \frac{B_B}{J_B}$

Keterangan :

$D$  = Indeks yang berbeda

$B_A$  = Jumlah peserta tes yang menjawab benar pada kelompok atas

$B_B$  = Jumlah peserta tes yang menjawab benar pada kelompok bawah

$J_A$  = Jumlah peserta tes kelompok atas

$J_B$  = Jumlah peserta tes kelompok bawah

Klasifikasi daya pembeda soal adalah sebagai berikut:

**Tabel 12.** Klasifikasi Daya Pembeda

Daya Pembeda	Klasifikasi
0,00	Sangat Jelek
$0,00 < DP \leq 0,20$	Jelek
$0,20 < DP \leq 0,40$	Cukup
$0,40 < DP \leq 0,70$	Baik
$DP > 0,70$	Sangat Baik

Sumber: Sari A.N, [6]

## H. Teknik Analisis Data

Dalam penelitian ini terdapat dua data, yaitu data uji validitas dari ahli dan data kuantitatif hasil pengukuran *pretest* dan *posttest*. Untuk data validasi dari ahli terhadap instrumen penelitian digunakan teknik analisis data sebagai berikut:

### I. Analisis Kelayakan Instrumen Tes Menurut Ahli

Kelayakan instrumen ditinjau berdasarkan skor penilaian yang diperoleh dari dosen dan guru fisika. Adapun langkah-langkah untuk menganalisis sebagai berikut.

Teknik analisis data untuk kelayakan instrumen melalui lembar validasi dilakukan dengan cara sebagai berikut:

- Menghitung skor total rata-rata dari setiap komponen dengan menggunakan rumus:

$$X = \frac{\sum x}{n} \quad (6)$$

X = Skor rata-rata tiap aspek

$\sum x$  = Jumlah skor tiap aspek

n = Jumlah nilai

- Mengkonversikan skor menjadi skala 4  
Acuan perubahan skor menjadi skala nilai 4 mengikuti langkah-langkah sebagai berikut:

- Menghitung rata-rata ideal ( $M_i$ ) yang dapat dicari dengan menggunakan rumus:

$$M_i = \text{Mean ideal} = \frac{1}{2} (\text{Skor maksimum} + \text{Skor minimum})$$

Skor maksimum ideal = Jumlah

butir kriteria tertinggi

Skor minimum ideal = Jumlah

butir kriteria terendah

- Menghitung nilai simpangan baku ideal ( $S_{Bi}$ ) yang dapat dicari dengan menggunakan rumus:

$$S_{Bi} = \frac{1}{6} (\text{Skor maksimum ideal} -$$

Skor minimum ideal)

- Menentukan kriteria penilaian

Pada tabel 14 berikut ini, dapat dilihat kriteria penilaian berdasarkan nilai simpangan baku yang telah dihitung dengan menggunakan rumus diatas.

**Tabel 13.** Konvensi Skor menjadi Kategori

Rentang Skor Kuantitatif	Kategori
$X \geq M_i + 1,5S_{Bi}$	Sangat Baik
$M_i + 1,5S_{Bi} > X \geq M_i$	Baik
$M_i > X \geq M_i - 1,5S_{Bi}$	Cukup Baik
$M_i - 1,5S_{Bi} > X$	Kurang Baik

Sumber: Djemari Mardapi, [2]

Persamaan kriteria penilaian ideal tersebut kemudian diubah dalam rentang skala 1-4.

$$M_i (\text{Mean ideal}) = \frac{1}{2} (4 + 1) = 2,5$$

$$S_{Bi} (\text{Simpangan Baku Ideal}) = \frac{1}{6} (4 - 1) = 0,5$$

Berdasarkan kriteria penilaian skala nilai 4 maka diperoleh kriteria penilaian untuk penelitian yaitu pada tabel 15 berikut.

**Tabel 15.** Kriteria Penilaian Penelitian dalam Skala 4

Rentang Rata-rata Skor	Kategori
$X \geq 3,25$	Sangat Baik
$3,25 > X \geq 2,5$	Baik
$2,5 > X \geq 1,75$	Kurang
$1,75 > X$	Sangat Kurang

(Sumber: Djemari Mardapi, 2012)

Sedangkan data *pretest* dan *posttest* untuk mengetahui pengaruh pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) terhadap kemampuan berpikir kritis dan psikomotorik siswa menggunakan uji "t" (uji pengaruh). Untuk melakukan uji "t" terdapat uji prasyarat yaitu:

### 2. Analisis Data Kemampuan Berpikir Kritis

#### a. Uji Normalitas

Uji normalitas adalah uji yang dilakukan untuk mengetahui apakah sampel yang diambil dalam penelitian ini normal atau tidak. Data yang diuji adalah data kelas eksperimen dan data kelas kontrol. Uji normalitas dengan uji SPSS 23. Uji ini dilakukan untuk mengetahui apakah kelas eksperimen dan kelas kontrol berdistribusi normal atau tidak, uji ini dilakukan dengan menggunakan data hasil *posttest*.

Pengambilan keputusan :

- Jika nilai Sig > 0,05 maka data berdistribusi normal.
- Jika nilai Sig < 0,05 maka data tidak berdistribusi normal.

### b. Uji Homogenitas

Uji homogenitas adalah uji yang digunakan untuk mengetahui kesamaan antara dua keadaan atau populasi. Sedangkan untuk uji homogenitas dengan uji SPSS 23 *Lavene Statistic*. Uji ini dilakukan pada kelas eksperimen dan kelas kontrol untuk mengetahui homogen atau tidak, uji ini dilakukan dengan menggunakan data hasil *pretest* dan *posttest*.

Pengambilan keputusan :

- a. Jika nilai Sig > 0,05 maka data homogen.
- b. Jika nilai Sig < 0,05 maka data tidak homogen.

Jika data yang didapatkan dari data *pretest* dan *posttest* kelas eksperimen dan kelas kontrol tidak berdistribusi normal dan tidak homogen, maka dapat dilakukan uji non parametrik yaitu dengan melakukan uji *mann withney*. Uji *mann withney* digunakan untuk menganalisis hasil-hasil pengamatan yang berpasangan dari dua data apakah berbeda atau tidak. Setelah melakukan uji normalitas dan uji homogenitas, uji selanjutnya yang dilakukan adalah uji hasil *pretest* dan *posttest* kelas eksperimen dan kelas kontrol. Uji non parametrik yang dilakukan adalah uji *mann withney*.

### c. Uji Mann Withney

Analisis uji *mann whitney* dilakukan karena data yang didapatkan untuk kelas eksperimen dan kelas kontrol tidak berdistribusi normal maka dari itu perlu dilakukan uji non parametrik yaitu untuk mengganti uji *Independent Sample T-Test*.

Pengambilan keputusan:

- a. Jika nilai Asymp.Sig (2-tailed) < 0,05 maka hipotesis diterima
- b. Jika nilai Asymp.Sig (2-tailed) > 0,05 maka hipotesis ditolak

## 3. Analisis Data Kemampuan Psikomotorik

Analisis terkait dengan angket lembar observasi psikomotorik merujuk pada lembar observasi psikomotorik yang terdapat pada jurnal Yunita (2016).

Teknik analisis data menggunakan uji normalitas dan homogenitas. Jika hasil lembar observasi psikomotorik tidak berdistribusi normal dan homogen, maka

akan dilakukan uji non parametrik yaitu uji *mann withney*.

### a. Uji Normalitas

Uji normalitas adalah uji yang dilakukan untuk mengetahui apakah sampel yang diambil dalam penelitian ini normal atau tidak. Data yang diuji adalah data kelas eksperimen dan data kelas kontrol. Uji normalitas dengan uji SPSS 23. Uji ini dilakukan untuk mengetahui apakah kelas eksperimen dan kelas kontrol berdistribusi normal atau tidak, uji ini dilakukan dengan menggunakan data hasil *posttest*.

Pengambilan keputusan :

- a. Jika nilai Sig > 0,05 maka data berdistribusi normal.
- b. Jika nilai Sig < 0,05 maka data tidak berdistribusi normal.

### b. Uji Homogenitas

Uji homogenitas adalah uji yang digunakan untuk mengetahui kesamaan antara dua keadaan atau populasi. Sedangkan untuk uji homogenitas dengan uji SPSS 23 *Lavene Statistic*. Uji ini dilakukan pada kelas eksperimen dan kelas kontrol untuk mengetahui homogen atau tidak, uji ini dilakukan dengan menggunakan data hasil *pretest* dan *posttest*.

Pengambilan keputusan :

- a. Jika nilai Sig > 0,05 maka data homogen.
- b. Jika nilai Sig < 0,05 maka data tidak homogen.

### c. Uji Mann Withney

Analisis uji *mann whitney* dilakukan karena data yang didapatkan untuk kelas eksperimen dan kelas kontrol tidak berdistribusi normal maka dari itu perlu dilakukan uji non parametrik yaitu untuk mengganti uji *Independent Sample T-Test*.

Pengambilan keputusan:

- a. Jika nilai Asymp.Sig (2-tailed) < 0,05 maka hipotesis diterima
- b. Jika nilai Asymp.Sig (2-tailed) > 0,05 maka hipotesis ditolak

## IV. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui apakah terdapat pengaruh model pembelajaran *project based learning* (pjl) terhadap kemampuan



berpikir kritis dan psikomotorik siswa pada materi pengukuran. Penelitian ini menggunakan metode *quasi eksperimen* dengan desain penelitian *desain equivalent control group*. Desain ini melibatkan dua kelas, yaitu kelas eksperimen dan kelas kontrol. Dimana kelas eksperimen adalah kelas yang memperoleh perlakuan pembelajaran fisika menggunakan model pembelajaran *project based learning* sedangkan kelas kontrol adalah kelas yang memperoleh perlakuan pembelajaran fisika dengan menggunakan model pembelajaran *direct instruction*. Penelitian dilakukan dengan mengambil sampel siswa kelas x mipa sma n 1 prambanan berjumlah 144 siswa yang terdiri dari 4 kelas dan tiap kelas terdiri dari 36 siswa. Penentuan sampel dilakukan secara acak menggunakan teknik sampling random sederhana yaitu dengan cara undian. Berdasarkan pengundian terdapat 2 sampel kelas yang akan digunakan oleh peneliti yaitu kelas x mipa 2 dan kelas x mipa 4. Dimana kelas x mipa 2 sebagai kelas eksperimen dan kelas x mipa 4 sebagai kelas kontrol.

## I. Hasil Analisis Validasi Ahli dan Validasi Empiris

### a. Validasi Ahli

#### 1) Validasi Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP)

RPP dengan model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) adalah 35,53 dengan kategori sangat baik dan rata-rata seluruh aspek dari ketiga validator untuk RPP dengan model pembelajaran *direct instruction* adalah 36,56 dengan kategori sangat baik, sehingga dapat disimpulkan bahwa kedua RPP layak untuk digunakan sebagai panduan dalam proses pembelajaran.

#### 2) Validasi Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD)

LKPD dengan model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) adalah 13,19 dengan kategori sangat baik dan rata-rata seluruh aspek dari ketiga validator untuk LKPD dengan model pembelajaran *direct instruction* adalah 3,56 dengan kategori sangat baik, sehingga dapat disimpulkan bahwa kedua LKPD layak untuk digunakan dalam proses pembelajaran.

### b. Validasi Empiris

#### 1) Uji Validitas

Dari hasil analisis validasi dengan 24 butir soal pilihan ganda didapatkan 13 butir soal yang valid dan 11 butir soal yang tidak valid. Butir soal yang

valid yaitu nomor soal 1, 2, 3, 4, 5, 6, 16, 17, 18, 20, 21, 23, 24. Sedangkan butir soal yang tidak valid yaitu nomor soal 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 19, 22 maka butir soal tersebut tidak dipakai.

#### 2) Uji Reabilitas Soal

Dari hasil analisis reabilitas dengan 24 butir soal pilihan ganda didapatkan 23 butir soal yang reliabel dan 1 butir soal yang tidak reliabel. Butir soal yang reliabel yaitu nomor soal 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 23, 24. Sedangkan 1 butir soal yang tidak reliabel yaitu nomor soal 1 maka butir soal tersebut tidak dipakai.

#### 3) Uji Tingkat Kesukaran

Dari hasil analisis tingkat kesukaran dengan 24 butir soal pilihan ganda didapatkan 2 butir soal dengan kategori sukar, 12 butir soal dengan kategori sedang dan 10 butir soal dengan kategori mudah.

#### 4) Daya Beda

Dari hasil analisis daya beda dengan 24 butir soal pilihan ganda didapatkan 1 butir soal dengan kategori sangat baik, 3 butir soal dengan kategori cukup, 10 butir soal dengan kategori jelek dan 10 butir soal dengan kategori sangat jelek.

Berdasarkan hasil analisis validasi, reabilitas, tingkat kesukaran dan daya beda dapat disimpulkan bahwa terdapat 17 butir soal yang layak untuk diberikan kepada siswa sebagai soal *pretest* dan *posttest*.

## 2. Analisis Uji Lapangan

Dari hasil analisis uji lapangan kelas eksperimen dan kelas kontrol maka akan dilakukan uji normalitas dan uji homogenitas untuk mengetahui normal dan homogen pada hasil *pretest* dan *posttest* serta hasil lembar observasi telah dilakukan. Adapun hasil analisis uji normalitas dan uji homogenitas yang terdapat pada uji prasyarat sebagai berikut:

### 3. Analisis Uji Prasyarat

#### a. Pengaruh Model Pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) terhadap Kemampuan Berpikir Kritis

##### 1) Uji Normalitas

Tabel 16. Hasil Analisis Uji Normalitas

Kelas	Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.
Eksperimen	.922	29	.034
Kontrol	.909	32	.010

Dari **tabel 16** didapatkan hasil signifikansi untuk kelas eksperimen sebesar  $0,034 < 0,05$  maka  $H_0$  ditolak dan  $H_1$  diterima, sedangkan untuk kelas kontrol didapatkan hasil signifikansi sebesar  $0,010 < 0,05$  maka  $H_0$  ditolak dan  $H_1$  diterima. Dari hasil  $H_0$  dan  $H_1$  kelas eksperimen dan kelas kontrol maka dapat disimpulkan bahwa kelas eksperimen dan kelas kontrol berdistribusi tidak normal.

##### 2) Uji Homogenitas

Tabel 17. Hasil Analisis Uji Homogenitas

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
17.077	1	70	17.077

Dari **tabel 17** didapatkan hasil signifikansi untuk kelas eksperimen dan kelas kontrol sebesar  $0,509 > 0,05$ , maka  $H_0$  diterima dan  $H_1$  ditolak. Dari hasil  $H_0$  dan  $H_1$  kelas eksperimen dan kelas kontrol maka dapat disimpulkan bahwa kelas eksperimen dan kelas kontrol berdistribusi homogen.

Berdasarkan hasil analisis uji normalitas dan uji homogenitas disimpulkan bahwa kelas eksperimen dan kelas kontrol berdistribusi tidak normal dan homogen maka uji parametrik tidak dapat terpenuhi, oleh karena itu untuk menggantikan uji parametrik peneliti menggunakan uji non parametrik yaitu dengan menggunakan uji *mann whitney*. Adapun hasil analisis dapat dilihat berikut ini:

### 3) Uji *Mann Whitney*

Tabel 18. Hasil Uji *Mann Whitney*

U	Test Statistics <sup>a</sup>	
	Hasil Kemampuan Berpikir Kritis	
Mann-Whitney U	324.500	
Wilcoxon W	852.500	
Z	-2.037	
Asymp. Sig. (2-tailed)	.042	

a. Grouping Variable: Kelas

s

Pada **tabel 18** terlihat bahwa hasil dari uji *mann whitney* adalah nilai *asymp.sig* (2-tailed) bernilai 0,042. Karena nilai  $0,042 < 0,05$  maka hipotesis diterima artinya terdapat pengaruh antara kemampuan berfikir kritis kelas eksperimen dan kelas kontrol pada keadaan akhir dan dapat dikatakan bahwa terdapat pengaruh kemampuan berfikir kritis siswa pada kelas eksperimen dan kelas kontrol.

#### b. Pengaruh Model Pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) terhadap Kemampuan Psikomotorik

##### 1) Uji Normalitas

Tabel 19. Hasil Analisis Uji Normalitas

Kelas	Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.
Eksperimen	.776	36	.000
Kontrol	.948	36	.092

Dari **tabel 19** didapatkan hasil signifikansi untuk kemampuan psikomotorik kelas eksperimen sebesar  $0,000 < 0,05$  maka  $H_0$  ditolak dan  $H_1$  diterima, sedangkan untuk kelas kontrol didapatkan hasil signifikansi sebesar  $0,092 > 0,05$  maka  $H_0$  diterima dan  $H_1$  ditolak. Dari hasil  $H_0$  dan  $H_1$  kemampuan psikomotorik kelas eksperimen dan kelas kontrol maka dapat disimpulkan bahwa kelas eksperimen dan kelas kontrol berdistribusi tidak normal.

##### 2) Uji Homogenitas

Tabel 20. Hasil Analisis Uji Homogenitas

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
17.077	1	70	.000

Dari **tabel 20** didapatkan hasil signifikansi untuk kemampuan psikomotorik kelas eksperimen dan kelas kontrol sebesar  $0,000 < 0,05$ ,

maka  $H_0$  ditolak dan  $H_1$  diterima. Dari hasil  $H_0$  dan  $H_1$  kemampuan psikomotorik kelas eksperimen dan kelas kontrol maka dapat disimpulkan bahwa kelas eksperimen dan kelas kontrol berdistribusi tidak homogen.

### 3) Uji *Mann Whitney*

**Tabel 2I.** Hasil Uji *Mann Whitney*  
Kemampuan Psikomotorik

	Kemampuan Psikomotorik
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	666.000
Z	-7.400
Asymp. Sig. (2-tailed)	.000

a. Grouping Variable: Kelas

Pada **tabel 2I** terlihat bahwa hasil dari uji *mann whitney* adalah nilai *asyp.sig* (2-tailed) sebesar 0,000. Karena nilai  $0,000 < 0,05$  maka hipotesis diterima artinya terdapat pengaruh *Project Based Learning* (PjBL) terhadap kemampuan psikomotrik pada kelas eksperimen dan kelas kontrol.

Berdasarkan hasil uji *mann whitney* dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh *Project Based Learning* (PjBL) terhadap kemampuan psikomotrik siswa pada kelas eksperimen dan kelas kontrol.

## V. Kesimpulan

Berdasarkan rumusan masalah, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Ada pengaruh model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) terhadap kemampuan berpikir kritis siswa. Hal ini berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan menggunakan uji *mann whitney* pada kelas eksperimen dan kelas kontrol diperoleh Asymp.Sig (2-tailed) itu menunjukkan  $0,042 < 0,05$ , sehingga  $H_0$  diterima maknanya bahwa ada pengaruh model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) terhadap kemampuan berpikir kritis siswa.
2. Ada pengaruh model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) terhadap kemampuan psikomotorik. Hal ini berdasarkan hasil analisis

yang telah dilakukan menggunakan uji *mann whitney* pada kelas eksperimen dan kelas kontrol diperoleh Asymp.Sig (2-tailed) itu menunjukkan  $0,000 < 0,05$ , sehingga  $H_0$  diterima maknanya bahwa ada pengaruh model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) terhadap kemampuan psikomotorik siswa.

## VI. Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan terdapat beberapa saran untuk perbaikan penelitian yang selanjutnya sebagai berikut:

1. Untuk peneliti selanjutnya disarankan agar melakukan penelitian di sekolah yang benar-benar terdapat beberapa masalah dalam proses pembelajaran.
2. Untuk peneliti selanjutnya disarankan agar sebelum melakukan penelitian benar-benar dipersiapkan instrumen-instrumen yang akan digunakan.
3. Sebaiknya peneliti memilih waktu penelitian yang benar-benar sesuai dengan apa yang diinginkan serta diharapkan dalam penelitian selanjutnya lebih banyak menggunakan kelas sebagai sampel.

## Kepustakaan

- [1] Alfiah Nurjannah, N. S. (2014). Pengaruh Penerapan Pembelajaran Socrates Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis dalam Pembelajaran Fisika pada Materi Hukum Newton. *Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika*, 20-26.
- [2] Djemari Mardapi. (2012). Teknik Penyusun Instrumen Tes dan Nontes. Yogyakarta: Mitra Cendekia Press.
- [3] Rahayu, S. I. (2016). Pengaruh Model Problem Based Learning Terhadap Berpikir Kritis Dan Hasil Belajar Elastisitas Siswa Kelas Xi Sma Negeri 7 Banda Aceh. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 105-116.
- [4] Rofiah (2013). Efektivitas Model Pembelajaran Cups: Dampak Terhadap Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi Peserta Didik Madrasah Aliyah Mathla'ul Anwar Gisting Lampung. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika*, 233-243.
- [5] Rosa, F. O. (2015). Analisis Kemampuan Siswa Kelas X pada Ranah Kognitif, Afektif dan Psikomotorik. *Jurnal Fisika dan Pendidikan Fisika*, 2.
- [6] Sari, N. A. (2017). Pengaruh Model Pembelajaran Project Based Learning (PjBL) Berbantuan Fotonovela Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Kelas Viii Smp Kartika II-2. 16.
- [7] Sastrika Ida Ayu Kade, I. W. (2013). Pengaruh Model Pembelajaran Berbasis Proyek Terhadap Pemahaman Konsep Kimia Dan Keterampilan Berpikir Kritis. *Program Pascasarjana Universitas Pendidikan Ganesha*, 2.

- [8] Sumargo Eko, L. Y. (2014). Penerapan Media Laboratorium Virtual (Phet) Pada Materi Laju Reaksi Dengan Model Pengajaran Langsung. *Unesa Journal Of Chemical Education*.
- [9] Thohir, M. A., Jumadi, & Warsono. (2018). *Desain pembelajaran fisika berbasis Web*. Yogyakarta.
- [10] Qurnain, A. N. (2013). Pengaruh Teknik Pembelajaran Quantum Teaching Terhadap Hasil Belajar Siswa Pada Standar. *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro*, 1027-1033.
- [11] Yulianto, H. (2014). *Fisika SMA/MA Kelas XI*. Jakarta.
- [12] Yunita Luki, dkk. (2016). Pengembangan Instrument Penilaian Aspek Psikomotorik Siswa SMA/MA Pada Praktikum Titrasi Asam Basa. *Jurnal pendidikan IPA Pascasarjana UM*.